

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PIEZOELECTRIC INK JET PRINTER HEAD

Patent Number: JP4341853
Publication date: 1992-11-27
Inventor(s): SUZUKI MASAHICO; others: 01
Applicant(s): BROTHER IND LTD
Requested Patent: ☐ JP4341853
Application Number: JP19910114654 19910520
Priority Number(s):
IPC Classification: B41J2/045; B41J2/055; H01L41/09
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To realize a local deformation efficiently by using a laminate body made of a piezoelectric material having a specific thickness in a laminate piezoelectric element integrally provided with inner electrodes divided into plurality of parts and local deformation parts locally deforming individually by a voltage application.

CONSTITUTION: A piezoelectric ink jet printer head is constructed by laminating a locally deforming laminate piezoelectric element 11, an ink cavity plate 15, an ink nozzle plate 17, and a back plate 19. The locally deforming laminate piezoelectric element 11 is constructed as a 5-layer laminate body using piezoelectric ceramics layers each provided with an inner electrode 12 divided into, e.g. 64 pieces and a common inner electrode 13. Outer electrodes 14 are provided to connect the divided inner electrodes 12 and the common inner electrodes, which are formed alternately. The laminate body is so formed as to have a layer thickness ranging 40-150μm. In this manner, a local deformation is efficiently generated, and the head can be driven at a low voltage.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-341853

(43)公開日 平成4年(1992)11月27日

(51)IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J 2/045				
2/055				
H 0 1 L 41/09				
		9012-2C	B 4 1 J 3/04	1 0 3 A
		9274-4M	H 0 1 L 41/08	S
			審査請求	本請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平3-114654

(22)出願日 平成3年(1991)5月20日

(71)出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市中瑞穂区苗代町15番1号

(72)発明者 鈴木 雅彦

名古屋市中瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工

業株式会社内

(72)発明者 高橋 義和

名古屋市中瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工

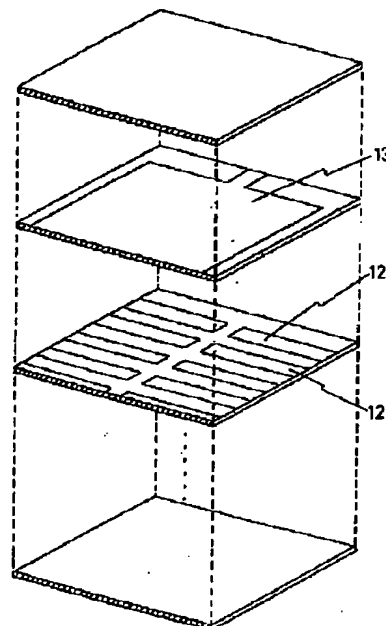
業株式会社内

(54)【発明の名称】 圧電式インクジェットプリンタヘッド

(57)【要約】

【目的】 インク噴射時に必要な瞬時電流を実用レベルの値に押え、かつ効率のよい局所変形を実現し、低電圧駆動可能な局所変形積層圧電素子を利用した圧電式インクジェットプリンタヘッドを提供すること。

【構成】 積層する圧電材料の一層の厚みを40～150 μmの厚みとした局所変形積層圧電素子を利用して圧電式インクジェットプリンタヘッドを構成する。



(2)

特開平4-341853

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数個に分割された内部電極を有し、電圧印加に伴い個別に局所変形を生ずる局所変形部を備えた一体の積層圧電素子を用いた圧電式インクジェットプリンタヘッドに於て、一層の厚みが $40\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ の範囲である圧電材料の積層体で構成された局所変形積層圧電素子を利用することを特徴とする圧電式インクジェットプリンタヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インクジェットプリンタに係わり、より詳細には局所変形積層圧電素子を利用した圧電式インクジェットプリンタヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、我々は特開平2-75858号公報にて、複数個に分割された内部電極を有し、電圧印加に伴い個別に局所変形を生ずる局所変形部を備えた一体の積層圧電素子をインク滴の噴射に利用した圧電式インクジェットプリンタヘッドを提案した。この圧電式インクジェットプリンタヘッドは、積層圧電素子の変形の縦効果を利用している。従って電圧印加時の変位量 x は、 $x = (d_{33} \cdot V) \cdot n$ で表され(d_{33} :縦効果の圧電定数、 V :駆動電圧)、積層枚数 n を増やすことで、必要な変位量 x を得るための駆動電圧を低減することができ、低電圧駆動が可能な圧電式インクジェットプリンタヘッドを供給することができた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記圧電式インクジェットプリンタヘッドは、ヘッドとしての小型化を考えた場合、用いる積層圧電素子の厚みを薄くする必要があった。積層圧電素子の厚みを薄くし、且つ積層枚数を増やすためには、積層する圧電材料の一層の厚みを薄くする必要がある。積層圧電素子の静電容量 C は、 $C = \epsilon \cdot S / t$ で表され(ϵ :圧電材料の誘電率、 S :内部電極のトータル面積、 t :圧電材料の一層の厚み)、積層枚数が増加し、圧電材料の一層の厚みが薄くなるほど大きくなる。つまり前記圧電式インクジェットプリンタヘッドは、一層の厚みを薄くし積層枚数を増やせば数ボルト程度の低電圧駆動が可能ではあるが、反面、静電容量が非常に大きくなるため、積層圧電素子の局所変形駆動部を瞬時に変形させるためには非常に大きな瞬時電流を流す必要が出てくる。圧電式インクジェットプリンタヘッドでは圧電素子に電圧を印加し、インクキャピティの容積を増加させ、その後電圧を除去しインクキャピティの容積をもとに戻すと共にインク滴の噴射を行うという駆動方式が採用されることが多い。従って電圧印加時(充電時)は、圧電素子の両端電圧の立ち上がり時間を遅らせたり、I.C共振回路を利用する等の制御側の工夫で必要な瞬時電流の値をコントロールすることが可能である。しかしながらインク滴噴射を行う放電

2

時は、インクキャピティ内の圧力変化を瞬時に起こす必要があり、数 μsec 程度の時間内で素子の変形(放電)を実現しなければならない。

【0004】 局所変形積層圧電素子を用いた圧電式インクジェットプリンタヘッドでは放電時の最大瞬時電流が非常に大きくなり、その結果非常に高価な放電回路が必要となるという問題点があった。

【0005】 本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、放電時(インク滴噴射時)に必要な最大瞬時電流を低減し、かつ数十ボルトでの低電圧駆動可能な圧電式インクジェットプリンタヘッドの局所変形積層圧電素子の構成を提示することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するために本発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドには分割内部電極が形成された厚み $40\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ の圧電材料層と、共通内部電極が形成された厚み $40\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ の圧電材料層とが一層おきに積層された、局所変形積層圧電素子が利用されている。また、該局所変形積層圧電素子の側面には積層方向の各分割内部電極を連結する外部電極と、共通内部電極を連結する外部電極を備えている。

【0007】

【作用】 上記の構成を有する本発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドでは、局所変形積層圧電素子の圧電材料層の一層おきに設けられた分割内部電極と同数の局所変形駆動部を持つ。

【0008】 分割内部電極を連結する外部電極と共通内部電極を連結する外部電極間に電圧を印加することで任意の局所変形駆動部を駆動させることができる。従ってインクキャピティ及びインク噴射孔を多数個の局所変形駆動部の位置関係に対応させて形成することで局所変形駆動部への電圧のon-offに従うインクキャピティの容積変化を利用したインク滴の噴射が実現できる。

【0009】 また積層されている圧電材料の厚みが $40\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ なので、効率の良い局所変形が起こり且つ各局所変形駆動部の静電容量も、それほど小さくなく、低電圧駆動できるので必要となる最大瞬時電流の値も実用レベルとなる。

【0010】

【実施例】 以下、本発明を具体化した一実施例を図面を参照して説明する。

【0011】 本実施例の圧電式インクジェットプリンタヘッドの概略構成を図1に示す。該圧電式インクジェットプリンタヘッドは、局所変形積層圧電素子11と、インクキャピティプレート15と、インクノズルプレート17と、バックプレート19を積み重ねることで構成されている。

【0012】 図2に局所変形積層圧電素子11の概略構成図を示す。局所変形積層圧電素子11の外形状は1

(3)

特開平4-341853

3

4. $4 \times 68 \times 0.5$ mmである。局所変形積層圧電素子11として14. 4×68 mmの面に64個の分割された1 $\times 6.7$ mm寸法の内部電極12または13 $\times 6.6$ mm寸法の共通内部電極13が形成された厚み20、40、80、120、160 μ mの圧電セラミックス層を用いて5種類の積層体を構成した。一層おきに形成された分割内部電極12を連結する64個の外部電極14が68 $\times 0.5$ mmの両面に各々32個ずつ形成されている。また一層おきに形成された共通内部電極13を連結する外部電極14が14. 4×0.5 mmの片方の面に形成されている。

【0013】インクキャビティプレート15は外形寸法14. $4 \times 68 \times 0.1$ mmで各局所変形駆動部に対応する位置関係に64個のインクキャビティ16が寸法1.6 $\times 6.3 \times 0.1$ mmにて形成されている。インクノズルプレート17は外形寸法14. $4 \times 68 \times 0.1$ mmで64個の各インクキャビティ16の位置に対応するように、64個のインク噴射孔18が設けられている。バックプレート19は外形寸法14. $4 \times 68 \times 1$ mmで局所変形積層圧電素子11の14. 4×68 mmの裏面と強固に接着される。

【0014】尚、本実施例で用いた圧電セラミックスはチタン酸ジルコン酸鉛系圧電セラミックス材料で、比誘電率 ϵ_r 約3000、縦方向の圧電定数 d_{33} 約450～500 pC/V、キュリー温度 T_c 約300℃である。圧電定数 d_{33} のもっと大きい圧電セラミックス材料は他にもあるが一般的にそういった材料は比誘電率が大きく、キュリー温度も低いので局所変形積層圧電素子には不向きである。

【0015】次に上記5種類の圧電式インクジェットプリンタヘッドの駆動を考えてみると、まず用いた局所変形積層圧電素子11の静電容量は一つの局所変形駆動部につき各々約100、35、8、8、3、9、2.2 nFであった。またインク滴噴射に必要なインクキャビティの容積変化はこのヘッドでは約3.37 $\times 10^{-4}$ m³であり、そのために必要な駆動電圧は各々約16、20、50、90、150 Vであった。そのグラフを図3に示した。静電容量の値が $C = \epsilon \cdot S / t$ で表される（ ϵ ：圧電材料の誘電率、 S ：内部電極のトータル面積、 t ：圧電材料の一層の厚み）値から圧電材料の一層の厚みが20 μ mの場合のみ大きくずれているのは圧電材料の誘電率が下がっていたためである。

【0016】駆動電圧についても理論式からのずれが大きかった。その原因を調べるために各素子に10 Vの直流電圧を印加し最高変位量を測定した。単位電界強度当りの変位量を理論値を100%として図4に示した。圧電セラミックス層の一層の厚み40 μ m以上では理論値に近い変位量を示した。一層の厚み20 μ mで変位量

4

が少なかったのは上記の誘電率の低下と対応づけられるものと考えられる。

【0017】また局所変形の効率を調べるために、単位電界強度当りの体積変化量を測定した。その時の局所変形積層圧電素子の変形の様子を図5に示した。圧電セラミックス層の一層の厚み40 μ mの素子の体積変化量を100%とした時の各層厚の素子の体積変化量を図6に示した。この結果から圧電セラミックス層の一層の厚みの増加に伴い局所変形効率が低下していくことが判る。

【0018】またインク滴噴射に必要なインクキャビティの容積変化を約2 μ secで発生させるための放電時の最大瞬時電流値は、各々1900、700、438、350、329 mAとなった。放電をトランジスタを用いて行なうとトランジスタの大きさ、コスト等から最大瞬時電流は1 A以下が望ましいことから圧電セラミックス層の一層の厚み40 μ m以上が望ましいことになる。また圧電セラミックス層の一層の厚みが150 μ m以上になると低電圧駆動が困難になる。従って本発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドに利用する局所変形積層圧電素子の圧電材料の一層の厚みは40～150 μ mの範囲であることが望ましい。

【0019】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、複数個に分割された内部電極を有し、電圧印加に伴い個別に局所変形を生ずる局所変形部を備えた一体の積層圧電素子を用いた圧電式インクジェットプリンタヘッドに於て、局所変形積層圧電素子の圧電材料の一層の厚みを40～150 μ mの厚みとすることで放電時の瞬時電流を実用レベルの値に抑え、かつ効率のよい局所変形を実現することにより低電圧駆動可能な圧電式インクジェットプリンタヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の圧電式インクジェットプリンタヘッドの構成図である。

【図2】圧電式インクジェットプリンタヘッドを構成する局所変形積層圧電素子の図である。

【図3】本実施例の各局所変形積層圧電素子の駆動電圧と静電容量を示す図である。

【図4】本実施例の各局所変形積層圧電素子の単位電界強度当りの変位量を示す図である。

【図5】本実施例の局所変形積層圧電素子の電圧印加時の変形を示す図である。

【図6】本実施例の各局所変形積層圧電素子の単位電界強度当りの体積変化量を示す図である。

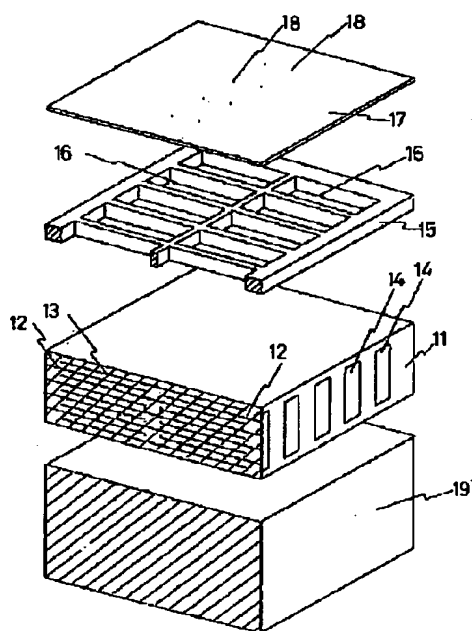
【符号の説明】

- 11 積層圧電素子（局所変形積層圧電素子）
- 12 内部電極（分割内部電極）
- 13 内部電極（共通内部電極）

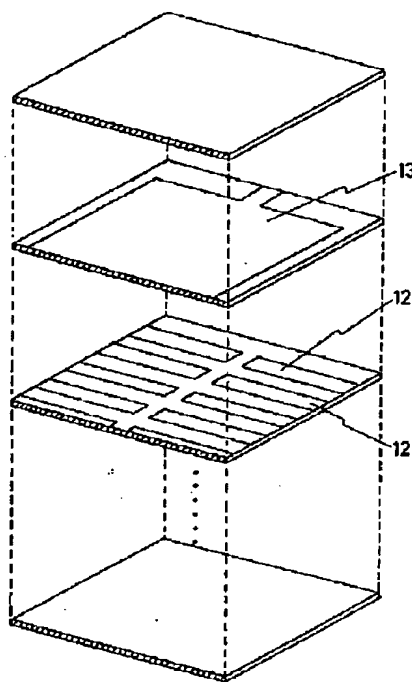
(4)

特開平4-341853

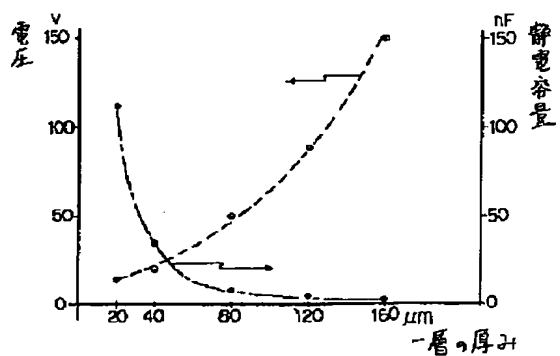
【図1】



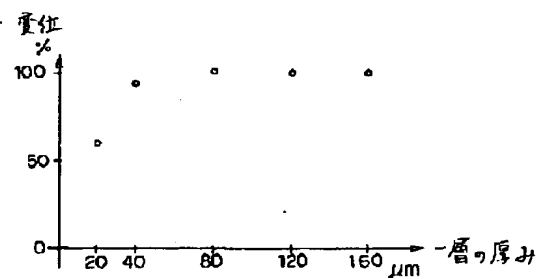
【図2】



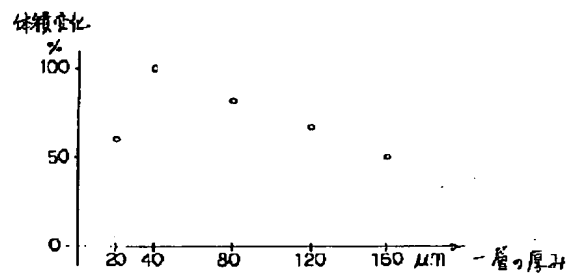
【図3】



【図4】



【図6】



(5)

特開平4-341853

【図5】

